
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2012/2013

January 2013

EBB 405/3 – Failure Analysis & Non-Destructive Testing ***[Analisis Kegagalan & Ujian Tak Musnah]***

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains ELEVEN printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN questions. THREE questions from PART A and FOUR questions from PART B.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. TIGA soalan dari BAHAGIAN A dan EMPAT soalan dari BAHAGIAN B.]

Instruction: Answer FIVE questions. Answer **ALL** questions from PART A and **TWO** questions from PART B. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

Arahan: Jawab LIMA soalan. Jawab **SEMUA** soalan dari BAHAGIAN A dan **DUA** soalan dari BAHAGIAN B. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] Give three (3) types of generated magnetic field (define and sketch for each type).

Berikan tiga (3) jenis medan magnet yang dijana (definasi dan lakaran bagi setiap jenis).

(30 marks/markah)

- [b] Figure 1 shows a hollow cylinder (length = 100 mm, inner diameter = 20 mm, outer diameter = 30 mm). Explain and sketch the sequences for magnetic particle test to investigate the presence of crack at the cylinder.

Rajah 1 menunjukkan silinder berongga (panjang = 100 mm, diameter dalam = 20 mm, diameter luar = 30 mm). Jelas dan lakarkan urutan untuk ujian partikel magnet bagi menguji kehadiran retak pada silinder ini.

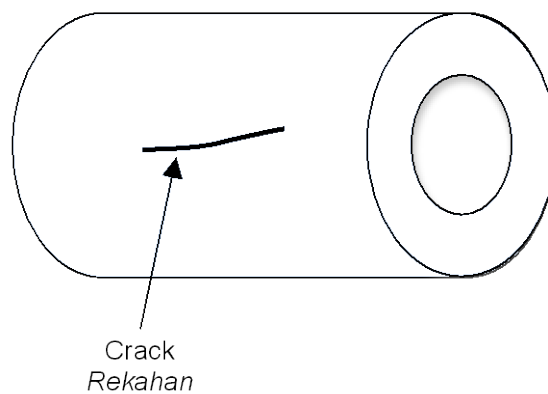


Figure 1: Hollow cylinder

Rajah 1: Silinder berongga

(70 marks/markah)

2. [a] Discuss the effect of conductivity, lift off, cracks and defects on the impedance eddy current probe?

Bincangkan kesan konduktiviti, 'lift off', retakan dan kecacatan ke atas impedan penduga arus pusar?

(40 marks/markah)

- [b] Aluminium tube having 30 mm outer diameter and 26 mm inner diameter was inspected using eddy current encircling coil of 0.90 filling ratio at frequency test ratio of $f/f_g = 10$.

- (i) Calculate the actual frequency of test coil?
(ii) Calculate the eddy current depth of penetration?

Resistivity for aluminium = 2.90×10^{-8} ohm-m, susceptibility (X_m) = 2.07×10^{-5} and $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m.

Aluminium tiub mempunyai diameter luar 30 mm dan diameter dalam 26 mm diperiksa dengan menggunakan arus pusar dengan gegelung berlilitan dengan nisbah pengisi 0.90 pada frekuensi ujian $f/f_g = 10$.

- (i) *Kirakan frekuensi sebenar gegelung ujian?*
(ii) *Kirakan kedalaman penusukan arus pusar?*

Resistiviti bagi aluminium = 2.90×10^{-8} ohm-m, kebolehtelapan (X_m) = 2.07×10^{-5} dan $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m.

(60 marks/markah)

3. [a] With the use of figures, illustrates the six (6) stages needed for penetrant examination for flaws.

Dengan menggunakan gambarajah sebagai ilustrasi, berikan enam (6) peringkat di dalam penggunaan peresap untuk pemeriksaan kecacatan.

(40 marks/markah)

- [b] Point-out how surface tension and wetting ability influence the liquid penetrant inspection (LPI).

Tunjukkan bagaimana ketegangan permukaan dan keupayaan pembasahan mempengaruhi cecair peresap.

(30 marks/markah)

- [c] List the types of detectable discontinuities and its indicators that can be detected by liquid penetrant.

Senaraikan bentuk ketidaksinambungan dan penunjuknya yang dikesan melalui cecair presap.

(30 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

4. [a] Calculate the angle of incidence required to produce a 45° shear wave refracted (steel) angle in Perspex.
(Steel = 3240 m/s, Perspex = 2730 m/s).

*Kirakan sudut tuju yang diperlukan untuk menghasilkan 45° sudut gelombang ricih dibiaskan (keluli) di Perspek.
(Keluli = 3240 m/s, Perspek = 2730 m/s).*

(30 marks/markah)

- [b] The critical angles calculations are used to design various probe angle for ultrasonic testing. What is the concept or law that can be used to explain these critical angles?

Pengiraan sudut kritikal digunakan untuk rekabentuk pelbagai sudut alat untuk Pengujian Ultrasonik. Apakah konsep atau undang-undang yang boleh digunakan untuk menjelaskan sudut kritikal ini?

(20 marks/markah)

- [c] What are 1st and 2nd critical angles?

Apakah yang dimaksudkan dengan sudut kritikal pertama dan kedua?

(50 marks/markah)

5. [a] Explain in full detail the concept of non destructive testing (NDT) and destructive testing (DT).

Terangkan dengan terperinci konsep pengujian tak musnah (NDT) berbanding dengan ujian musnah (DT).

(30 marks/markah)

- [b] With the aid of a diagram, relate standard depth (δ) with current density (J) in an Eddy current inspection.

Dengan bantuan gambarajah, hubungkan kedalaman piawai (δ) dengan ketumpatan arus (J) dalam pemeriksaan arus pusar.

(30 marks/markah)

- [c] Successful detection procedure of surface breaking cracks (discontinuity) and subsurface cracks require several wise considerations, discuss these requirements.

Prosedur pengesanan yang berjaya dalam retakan pecah permukaan (kecacatan) dan retakan sub-permukaan memerlukan beberapa pertimbangan yang bijak, bincangkan keperluan-keperluan ini.

(40 marks/markah)

6. [a] Classify the advantages of radiographic technique.

Klasifikasikan manfaat teknik radiografik.

(20 marks/markah)

- [b] With the help of a schematic diagram, explain the basic steps in radiography technique.

Dengan menggunakan gambarajah skema, terangkan peringkat-peringkat teknik radiografik.

(30 marks/markah)

- [c] Radiographer is running an X-ray machine for USM. The operator needs to do the following calculations:

Seorang juru-radiologi menggunakan mesin sinar-X di USM. Juruteknik tersebut perlu membuat kiraan berikut:

- (i) Solve the average transmittance for Film A and B given in Figure 2? Given the initial intensity of the X-ray was 20 keV, what is the transmitted intensity at that average transmittance at Film A?

Selesaikan nilai ke pancaran purata untuk Filem A dan B yang diberi dalam Rajah 2. Dengan nilai asal ke pancaran sinar-X adalah sebanyak 20 keV, apakah keamatan ke pancaran pada ke pancaran purata pada Filem A.

(20 marks/markah)

- (ii) Estimate the accumulated dose of radiation (REM) in the operator body in 6 months if the following working procedures are taken. The operator works for first 3 months (4 hours/day for 5 days/week) at working distance (R) of 5 m and another 3 months at $R = 10$ m. It is given the dose rate near the machine, $D_o = 0.10$ milli-Sievert and working distance is $R_o = 5$ cm from the X-ray source.

Anggarkan dos terkumpul (REM) kepada juruteknik di dalam masa 6 bulan. Juruteknik itu bekerja selama 3 bulan pertama (5 jam/sehari untuk 5 hari/seminggu) pada jarak bekerja sebanyak 5 m. Untuk 3 bulan kemudian, ia bekerja pada jarak $R = 10$ m. Diberikan dos berhampiran mesin sebanyak $D_o = 0.10$ milli-Sievert pada jarak berkerja, $R_o = 5$ sm.

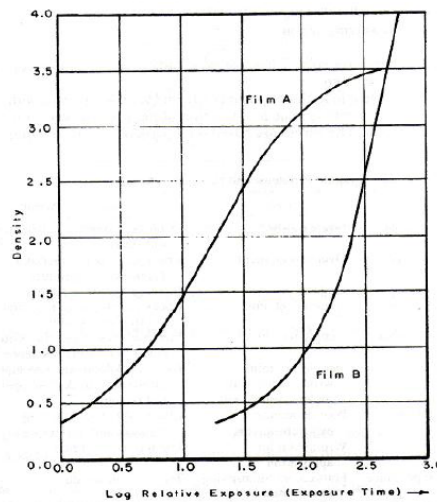


Figure 2: X-ray film density with respect to exposure for 2 films

Rajah 2: Ketumpatan filem sinar-X berkenaan dengan pendedahan 2 filem

(30 marks/markah)

7. [a] Describe the basic procedure of failure analysis? Explain in full detail.

Perihalkan prosedur asas dalam analisis kegagalan? Terangkan dengan terperinci.

(30 marks/markah)

- [b] A bearing as shown in Figure 3(a) and Figure 3(b) shows the failed component which had been in service for a year and a half was sent to undergo failure analysis. This bearing had been installed in the drive of a centrifugal pump. It was located on a long shaft to separate the pump from the drive due to the presence of concentrated sulphuric acid. The shaft was belt driven at about 800 RPM. No special events were noticed in the pump operation. Table 3.1 and Table 3.2 show the chemical composition and hardness of the materials, respectively. Based on the given information, prepare a complete failure analysis report.

Satu galas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3(a) dan Rajah 3(b) menunjukkan komponen gagal yang telah berada dalam perkhidmatan selama setahun setengah telah dihantar untuk menjalani analisis kegagalan. Galas ini telah dipasang di dalam pemacu pam empar. Ia terletak pada aci yang panjang untuk memisahkan pam dari cakera disebabkan oleh kehadiran asid sulfurik pekat. Aci dipacu oleh tali tali sawat yang berputar pada kira-kira 800 RPM. Tiada bukti bukti khas yang diperolehi semasa pam beroperasi. Jadual 3.1 dan Jadual 3.2 menunjukkan komposisi kimia dan kekerasan bahan masing-masing. Berdasarkan maklumat yang diberikan, sediakan satu laporan analisis kegagalan yang lengkap.

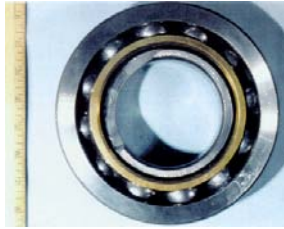


Figure 3(a): Photograph of bearing setting.

Rajah 3(a): Foto menetapkan galas.



Figure 3(b): Photograph of inner ring showing spalling in groove.

Rajah 3(b): Foto bahagian gegelang tengah menunjukkan serpihan dalam alur.

Table 3.1: Result of Chemical Analysis <i>Jadual 3.1: Keputusan Analisis Komposisi Kimia</i>			
Element <i>Elemen</i>	Analysed Composition of Ball <i>Analisis Komposisi Bebola (%)</i>	Analysed Composition of Inner Ring <i>Analisis Komposisi Gegelang Tengah (%)</i>	AISI-SAE 52100 Standard Composition Ranges <i>AISI-SAE 52100 Julat Komposisi Standard (%)</i>
Carbon / <i>Karbon</i>	0.97	1.02	0.98-1.10
Manganese / <i>Mangan</i>	0.40	0.37	0.25-0.45
Silicon / <i>Silikon</i>	0.24	0.23	0.15-0.30
Phosphorus / <i>Fosforus</i>	0.013	0.013	0.025 maksimum
Sulphur / <i>Sulfur</i>	0.007	0.006	0.025 maksimum
Chromium / <i>Kromium</i>	1.21	1.36	0.025 maksimum
Nickel / <i>Nikel</i>	0.11	0.12	--
Molybdenum / <i>Molibdenum</i>	0.02	0.05	--

Table 3.2: Results of microhardness tests <i>Rajah 3.2: Keputusan Ujian Kekerasan, HKv</i>					
Hardness <i>Kekerasan #</i>	Ball Bearing <i>Bebola</i>		Inner Ring <i>Gegelang Tengah</i>		
	Centre <i>Tengah</i>	Surface <i>Permukaan</i>	Damaged Surface <i>Permukaan Rosak</i>	Centre <i>Tengah</i>	Outside Surface <i>Permukaan Luar</i>
1	650	890	890	775	890
2	574	890	890	792	787
3	618	927	890	804	890

(70 marks/markah)